

三菱原子燃料株式会社の核燃料輸送物設計変更承認申請 (MFC-1型) についての審査結果

原規規発第 2308151 号
令和 5 年 8 月 15 日
原子力規制庁

1. 審査の結果

原子力規制委員会原子力規制庁（以下「規制庁」という。）は、三菱原子燃料株式会社（以下「申請者」という。）の核燃料輸送物設計変更承認申請書（令和 5 年 4 月 13 日付け三原燃第 23-0009 号をもって申請、令和 5 年 7 月 13 日付け三原燃第 23-0178 号をもって一部補正。以下「本申請」という。）が、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号。以下「法」という。）第 59 条第 1 項の技術上の基準として定める核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則（昭和 53 年総理府令第 57 号。以下「規則」という。）に適合しているものであるかどうかについて審査した。

審査の結果、本申請に係る輸送容器（以下「輸送容器」という。）の設計及び核燃料輸送物（以下「輸送物」という。）の安全性に関する事項について、法第 59 条第 1 項の技術上の基準に適合しているものと認められる。

具体的な審査の内容等については以下のとおり。なお、本審査結果においては、法令の規定等や本申請の内容について、必要に応じ、文章の要約、言い換え等を行っている。

本審査結果で用いる条番号は、断りのない限り規則のものである。

2. 申請の概要

本申請は、平成 26 年 8 月 22 日付け原規規発第 1408199 号をもって承認された核燃料輸送物設計変更承認申請書（以下「既に承認された申請書」という。）に関し、令和 3 年 1 月 1 日施行の規則改正を踏まえ、輸送物の経年変化を考慮したものであることについて、核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示（平成 2 年科学技術庁告示第 5 号。以下「告示」という。）第 41 条第 1 項の規定に基づき、承認を求めるものである。輸送物の概要等は以下のとおり。なお、輸送容器及び収納する核燃料物質等（以下「収納物」という。）については、既に承認された申請書の内容から変更はない。

(1) 輸送物の名称

MFC-1型

(2) 輸送容器

輸送容器は、円筒形状であり、運搬時及び取扱い時ともに横置き姿勢で保持される。また、輸送容器の外殻は上蓋及び下部容器で構成されており、防振構造部は運搬中の振動等を吸収するショックマウントを介して懸架されている。

(3) 収納物

加圧水型軽水炉用新燃料集合体^{※1}（収納は2体以下、²³⁵U濃縮度5%以下）

① 14×14型10フィート UO₂：□kg以下

② 14×14型12フィート UO₂：□kg以下

③ 15×15型12フィート UO₂：□kg以下

④ 17×17型12フィート UO₂：□kg以下

※1：非核燃料炉心構成品（制御棒クラスタ、バーナブルポイズンアセンブリ、シンブルプラグアセンブリ及び中性子源アセンブリ）を内蔵する場合がある。

(4) 核燃料輸送物の種類

A型輸送物及び核分裂性物質に係る核燃料輸送物

(5) 核燃料輸送物設計承認番号

J/105/AF-96 (Rev. 3)

3. 審査の方針

本申請の内容が、既に承認された申請書に対し、輸送物の経年変化の考慮を追加したものであることから、本審査では、第3条第3項及び第11条の規定に基づき、輸送容器に使用する材料の物性について使用予定期間における経年変化を考慮した上で、第5条に定めるA型輸送物に係る技術上の基準及び第11条に定める核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準に適合していることを確認した。また、第17条の2に規定する輸送容器の設計に係る品質管理の方法を定めていることを確認することとした。

4. 審査の内容

4-1 第3条第3項及び第11条

第3条第3項及び第11条は、輸送物はその経年変化を考慮した上で技術上の基準に適合するものであることを求めている。本節では、経年変化の考慮の必要性の有無に係る評価について確認した内容を記載する。その上で、4-2節において技術上の基準に適合していることについて確認した内容を記載する。

申請者は、輸送物について、経年変化の要因を熱、放射線、化学変化及び繰り返し荷重であるとし、使用予定期間である 60 年の間に継続して熱、放射線及び化学変化の影響を受ける環境にあるとした上で、通算 360 回の運搬に伴う繰り返し荷重を受けることから、以下のとおり経年変化の考慮の必要性及び考慮すべき事項を抽出したとしている。

(1) 熱による経年変化の影響

- ① 防振構造部に使用するボロンステンレス鋼については、使用予定期間中に想定される最高温度は 73℃であり、クリープの影響を受ける温度を下回る。
- ② 外殻及び防振構造部に使用する炭素鋼については、使用予定期間中に想定される最高温度は 73℃であり、クリープの影響を受ける温度を下回る。
- ③ ショックマウントに使用するゴムについては、使用予定期間中に想定される最高温度は 73℃であり、使用可能温度の上限を下回る。なお、ショックマウントは定期自主検査において異常が確認されたとき交換する。
- ④ 緩衝材に使用する木材については、使用予定期間中に想定される最高温度は 73℃であり、熱分解が進む温度である 200℃を下回る。また、他の事業者が使用済燃料等の実輸送時における温度測定結果に基づく木材の温度を評価した結果最大で 70℃程度であったこと、輸送実績のある輸送容器の木材の圧壊強度及び密度を測定し劣化は認められなかったこと並びに収納物の崩壊熱は微小であり無視できることから、これまでの実績と同様の使用環境であれば熱による劣化は生じないと考えられる。

以上のことから、輸送容器に使用する材料は、使用を予定する期間中における熱による経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。

(2) 放射線による経年変化の影響

- ① 防振構造部に使用するボロンステンレス鋼については、使用予定期間中に想定される中性子照射量は \square n/cm² のオーダーであり、機械的特性に影響を与えるとされる中性子照射量を下回るとともに、ボロンステンレス鋼に含有されるボロンの減損は無視することができる。
- ② 外殻及び防振構造部に使用する炭素鋼については、使用予定期間中に想定される中性子照射量は \square n/cm² のオーダーであり、機械的特性に影響を与え

るとされる中性子照射量を下回る。

- ③ ショックマウントに使用するゴムについては、使用予定期間中に想定される中性子照射量は \square n/cm²のオーダーであり、使用可能とされる中性子照射量を下回る。
- ④ 緩衝材に使用する木材については、使用予定期間中に想定される中性子照射量は \square n/cm²のオーダーであり、機械的特性に影響を与えるとされる中性子照射量を下回る。

以上のことから、輸送容器に使用する材料は、使用を予定する期間中に想定される放射線照射による経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。

(3) 化学変化による経年変化の影響

- ① 防振構造部に使用するボロンステンレス鋼については、表面に不動態膜を形成することから腐食は発生しにくい材料である。なお、定期自主検査で異常が確認された場合は補修又は交換する。
- ② 外殻及び防振構造部に使用する炭素鋼については、防錆処置を施すことから腐食は発生しにくい。なお、定期自主検査で異常が確認された場合は補修又は交換する。
- ③ ショックマウントに使用するゴムについては、空気中に含まれるオゾン等により酸化し、硬化することが予想される。このため、定期交換期間としている13年の間使用した場合のばね定数の変化を確認したところ、最大約 \square %増加するものの、当該変化を踏まえた強度評価への影響は軽微であることを確認した。なお、定期自主検査で異常が確認された場合は交換する。
- ④ 緩衝材に使用する木材については、外殻の外筒及び内筒等に覆われた閉鎖環境にあり、酸素が連続して供給されないため、腐朽しない。

以上のことから、輸送容器に使用する材料は、使用を予定する期間中に想定される化学変化による経年変化の影響について、技術上の基準に適合していることを確認する上で考慮する必要はない。

(4) 繰り返し荷重による経年変化の影響

炭素鋼を使用している外殻の吊り金具（以下「ブラケット」という。）及び外筒については、使用予定期間中において取扱いによる荷重を繰り返し受けること

から、この繰り返し荷重による疲労により亀裂や破損等の生じるおそれのないことを評価する必要がある。評価の条件については、通算 360 回の運搬回数に基づき、保守的に繰り返し回数を設定する。

規制庁は、申請者が、想定する輸送物の使用予定期間及び使用状況において、輸送物の経年変化による影響評価の対象を輸送容器とし、経年変化の要因を熱、放射線照射、化学変化及び繰り返し荷重とし、それらの影響を評価した結果、熱、放射線照射及び化学変化については経年変化の考慮は必要ないとしていること、また、繰り返し荷重については経年変化の考慮を必要とし、考慮すべき評価条件の抽出が行われていることを確認した。なお、4-2 節で技術上の基準に適合していることに対して確認した内容を記載する。

4-2 第5条第1号

第5条第1号は、輸送物は容易に、かつ、安全に取扱うことができることを求めている。

申請者は、取扱い中の吊上げ、吊下ろしにより生じる荷重がブラケット及び外筒に負荷されることから、これらの荷重が使用予定期間中に繰り返し受けるとした場合の疲労評価において、4-1 節のとおり保守的に設定した繰り返し回数に基づき評価した結果、亀裂、破損等の生じるおそれがないことを確認したとしている。

規制庁は、申請者が、取扱い中にブラケット及び外筒に負荷される荷重の繰り返しについて、想定している運搬回数に基づき保守的に設定した回数が繰り返されるとしても、外筒及びブラケットに亀裂、破損等の生じるおそれのないことを確認したとしていることから、第5条第1号に定める技術上の基準に適合していると判断する。

4-3 輸送容器に係る品質管理の方法について

申請者は、既に承認された申請書における品質マネジメントの基本方針に対し、組織変更等に伴うマネジメントシステムの最新の状況を反映した「輸送容器に係る品質管理の方法等（設計に係るものに限る。）に関する説明書を追加しているが、品質管理の方法自体に変更はないとしている。

規制庁は、申請者が、輸送容器に係る品質管理の方法について既に承認された申請書から品質管理の方法自体に変更はないとしていることを確認した。